

T 56: Pixel-Detektoren II

Zeit: Mittwoch 16:30–19:00

Raum: Z6 - HS 0.002

T 56.1 Mi 16:30 Z6 - HS 0.002

Entwicklung und Qualifizierung von Testsystemen für die Modulproduktion für das Atlas Upgrade — ●HELGE C. BECK, JÖRN GROSSE-KNETTER, ARNULF QUADT und JENS WEINGARTEN — II. Physikalisches Institut, Georg-August-Universität Göttingen

Im Rahmen des *Large Hadron Collider* (LHC) Upgrades zum HL-LHC wird der Inner Detector (ID) des Atlasdetektors gegen den Inner Tracker (ITk) ausgetauscht. Der ITk wird aus Silizium Modulen bestehen aufgeteilt in Streifen- und Pixellagen. Für die hybriden Pixelmodule wird ein neuer Auslesechip verwendet.

Für den Aufbau der Module und die Qualifizierung des selben werden unter anderem in Göttingen Testsysteme entwickelt. Wichtige Messungen sind IV-Kurven der Sensoren, Temperaturbeständigkeit und deponierte Ladung durch Teilchen. Die Tests müssen bei verschiedenen Temperaturen durchgeführt werden, besonders bei ähnlichen Bedingungen wie im Detektor. Ein Teststand benötigt deswegen ein Kühlsystem, Abschirmung der verwendeten radioaktiven Quellen nach außen und die Messapparaturen wie Spannungs- und Strommultimeter sowie die Datenauslese für die Module. Generell wird eine größtmögliche Automatisierung der Erfassung und Verwaltung der Daten angestrebt, da eine große Anzahl an Modulen in begrenzter Zeit getestet werden muss.

Ergebnisse der Tests und das System selber werden hier vorgestellt.

T 56.2 Mi 16:45 Z6 - HS 0.002

ATLAS Pixel Teststrahlkampagnen — ●TOBIAS BISANZ, JORN GROSSE-KNETTER, ARNULF QUADT und JENS WEINGARTEN — II. Physikalisches Institut, Georg-August-Universität Göttingen

Für das Upgrade zum High-Luminosity-LHC wird ebenso der ATLAS Detektor überarbeitet. Die erhöhte Luminosität erfordert sowohl strahlenhärtere Komponenten, als auch eine neue Auslese um mit den höheren Okkupanzen umzugehen. Durch die Nähe zum Interaktionspunkt sind diese Anforderungen besonders für den Pixeldetektor eine Herausforderung. Um Module und Sensoren für das Upgrade zu charakterisieren und zu testen, werden neben Labormessungen auch Teststrahlstudien durchgeführt.

Der Vortrag beschäftigt sich mit der Rekonstruktion und Analyse dieser Teststrahlmessungen. Fokus wird auf Messungen der sogenannten In-Time Effizienz des aktuellen ATLAS Pixel Auslesechips (FE-I4) gelegt, welche mittels des General-Broken-Line Algorithmus mit Teststrahlraten, welche am Deutschen Elektronen Synchrotron bei verhältnismäßig niedrigen Energien von 4-5 GeV gesammelt wurden, durchgeführt wurden. Bei solchen niedrigen Energien spielt Coulombstreuung eine wichtige Rolle, daher muss das Materialbudget in der Rekonstruktion korrekt berücksichtigt werden.

T 56.3 Mi 17:00 Z6 - HS 0.002

Test beam measurements at the new external beam line at ELSA with a Mimosas26 telescope — ●YANNICK DIETER, TOMASZ HEMPEREK, TOKO HIRONO, FABIAN HÜGGING, JENS JANSSEN, HANS KRÜGER, DAVID-LEON POHL, NORBERT WERMES, and JOCHEN DINGFELDER — Physikalisches Institut der Universität Bonn

The new external beam line at the electron accelerator ELSA in Bonn provides a dedicated test beam area for detector test. The accelerator delivers a primary electron beam of a variable energy of up to 3.2 GeV with a variable beam rate of up to about 600 MHz. To test new detectors the ANEMONE (A Nice Eudet Mimosas Bonn Telescope) beam telescope which was developed within the EUDET project is installed. It consists of six Mimosas26 sensors which allow for high-resolution tracking. Combined with an ATLAS FE-I4 pixel module also a high-rate time stamping is possible. Moreover, a new readout-system was developed which features trigger-less and continuous data taking of the Mimosas26 sensors. This makes the new test beam setup suitable to test and characterize new detector prototypes precisely. In this talk, the test beam setup as well as the performance of the beam telescope at the new external beam line in a 2.5 GeV electron beam will be presented.

T 56.4 Mi 17:15 Z6 - HS 0.002

Testbeamergebnisse modifizierter Pixelimplantation — SILKE ALTENHEINER¹, SASCHA DUNGS^{1,2}, ANDREAS GISEN¹, CLAUD GÖSSLING¹, VALERIE HOHM¹, REINER KLINGENBERG¹,

KEVIN KRÖNINGER¹, RAPHAEL MICHALLEK¹, ANNA-KATHARINA RAYTAROWSKI¹ und ●MAREIKE WEERS¹ — ¹TU Dortmund, Experimentelle Physik IV — ²CERN

Für das Upgrade des LHCs zum High Luminosity LHC werden neue Spurdetektoren für das ATLAS-Experiment benötigt, um der höheren instantanen Luminosität und dem höheren Teilchenfluss gerecht zu werden. Dazu wird ein neuer Tracker, der sogenannte Inner Tracker (ITk), entwickelt.

Die dafür verwendeten Silizium-Pixeldetektoren müssen eine hohe Effizienz beim Nachweis von Teilchen aufweisen. Zur Untersuchung des Einflusses der Struktur der Pixelimplantation auf die Effizienz wurden sechs verschiedene Pixeldesigns für planare n⁺-in-n-Silizium-Pixelsensoren entwickelt.

Bei der Charakterisierung der einzelnen Designs wird vor allem die Strahlenhärte berücksichtigt. In diesem Vortrag werden die Ergebnisse der Datenanalyse von verschiedenen Testbeams am DESY und CERN dieser sechs verschiedenen Pixeldesigns präsentiert. Es werden dabei Daten von unbestrahlten Sensoren und mit Protonen bzw. Neutronen bestrahlten Sensoren bei verschiedenen Spannungen und Tunings verwendet.

T 56.5 Mi 17:30 Z6 - HS 0.002

Testbeam- und Labormessungen von Pixeln mit modifizierten Designs — SILKE ALTENHEINER¹, SASCHA DUNGS^{1,2}, ANDREAS GISEN¹, CLAUD GÖSSLING¹, ●VALERIE HOHM¹, REINER KLINGENBERG¹, KEVIN KRÖNINGER¹, ANNA-KATHARINA RAYTAROWSKI¹ und MAREIKE WEERS¹ — ¹TU Dortmund, Lehrstuhl für Experimentelle Physik IV — ²CERN

Beim nächsten Upgrade des LHCs zum High Luminosity LHC wird ein neuer Spurdetektor, der sogenannte Inner Tracker (ITk), in das ATLAS-Experiment eingebaut. Dies ist nötig, um der höheren instantanen Luminosität und dem höheren Teilchenfluss gerecht zu werden.

Die unter anderem dazu verwendeten Silizium-Pixeldetektoren müssen eine hohe Nachweiseffizienz für Teilchendurchgänge aufweisen. Es wurden verschiedene unterschiedliche Designs für planare Silizium-Pixeldetektoren entwickelt, um ihren Einfluss auf die Effizienz zu untersuchen.

Sowohl unbestrahlte als auch bestrahlte Sensoren wurden in Testbeammessungen am CERN und DESY und mit Labormessungen untersucht. Die Ergebnisse dieser Messungen werden in diesem Vortrag präsentiert.

T 56.6 Mi 17:45 Z6 - HS 0.002

Lorentz angle measurements in irradiated CMS pixel detector modules — ●PAUL SCHÜTZE und DANIEL PITZL — Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg, Deutschland

Since the replacement of the CMS experiment's pixel detector in the extended 2016/17 shutdown, the detector modules have already been exposed to a significant dose of radiation. The modules' built-in readout chips and silicon sensors are designed for operation at LHC design luminosity without efficiency losses and are tested to be fully functioning up to radiation doses above the expected lifetime dose. However, the ongoing irradiation of the modules during the operation leads to significant changes in several properties of the sensors and the readout chips.

For this contribution, several pixel detector modules of different irradiation fluence were measured, with the main focus on measurements of the Lorentz angle. A setup of four CMS barrel pixel detector modules was commissioned at the DESY Test Beam Facility, to enable particle tracking in the available 1.3 T magnetic field. For the use of irradiated detector modules a cooling system was provided, enabling the measurement of the Lorentz angle as a function of fluence, bias voltage and temperature.

The experimental setup is presented together with measurement results and comparisons with simulations.

T 56.7 Mi 18:00 Z6 - HS 0.002

Efficiency and Charge Sharing of Planar Pixel Sensors for the CMS Phase 2 Upgrade — ●FINN FEINDT¹, ALIAKBAR EBRAHIMI¹, ERIKA GARUTTI¹, CAROLINE NIEMEYER¹, DANIEL PITZL², GEORG STEINBRÜCK¹, JÖRN SCHWANDT¹, and IRENE ZOI¹ — ¹Institute for Experimental Physics, Hamburg University, Luruper Chaussee 149,

D-22761 Hamburg, Germany — ²Deutsches Elektronen-Synchrotron, Notkestraße 85, D-22607 Hamburg, Germany

The high luminosity upgrade of the LHC will lead to an increased multiplicity of proton-proton interactions, with up to 200 events per beam bunch crossing, in the CMS experiment. Furthermore, the 1 MeV neutron equivalent fluence will reach 2.3×10^{16} neq/cm² after an integrated luminosity of 3000 fb⁻¹ in the innermost part of the CMS pixel detector.

To build a pixel detector with good performance for these conditions, many variants of new n⁺p, planar pixel sensors with pixel sizes of $50 \times 50 \mu\text{m}^2$ and $100 \times 25 \mu\text{m}^2$ have been designed and manufactured with an active thickness of 150 μm . Apart from the pixel size, the design variants differ with respect to the implantation and metalization geometry as well as the pixel isolation and biasing scheme.

To select the most promising design for the future CMS pixel detector, a campaign of measurements on non-irradiated sensors and sensors irradiated to an 1 MeV neutron equivalent fluence of 2×10^{15} neq/cm² is ongoing at the DESY test beam facility.

In this talk, studies of the efficiency, charge collection and charge sharing of the new pixel sensors will be presented.

T 56.8 Mi 18:15 Z6 - HS 0.002

RD53A: A Large Prototype of Pixel Readout Chip for ATLAS and CMS Pixel Upgrades — ●TOMASZ HEMPEREK, HANS KRÜGER, PIOTR RYMASZEWSKI, MARCO VOGT, TIANYANG WANG, and NORBERT WERMES — Universität Bonn, Bonn, Germany

The RD53 collaboration was established to develop a new generation of pixel chip for extremely high rates (3GHz/cm²) and very high radiation levels (500Mrad) for ATLAS and CMS phase 2 upgrades. Small-scale demonstrators with 64x64 array of 50x50 μm^2 pixels containing complex digital architectures have been produced and proven operating at a very small noise and in-time thresholds. A large-scale prototype in 65nm CMOS technology (20mm x 12 mm) called RD53A has been designed and successfully delivered in 2017. RD53A is a complex mixed-signal chip with multiple analog and digital blocks that have been qualified to sustain high levels of radiation. The main concepts of RD53A are described including specification, design and verification process. The plans to develop final pixel chips for the two experiments will be discussed.

T 56.9 Mi 18:30 Z6 - HS 0.002

BDAQ53, a Verification and Characterization Environment for the ATLAS Pixel Readout Chip RD53A — MICHAEL DAAS, JOCHEN DINGFELDER, TOMASZ HEMPEREK, JENS JANSSEN, HANS KRÜGER, DAVID-LEON POHL, ●MARCO VOGT, and NORBERT WERMES — Physikalisches Institut der Universität Bonn

For the High Luminosity upgrade of the LHC at CERN in 2025, new readout chips for the ATLAS and CMS pixel detectors are required. Due to the drastically increased instantaneous luminosity, they will have to deliver much higher data rates compared to the current FE-I4 generation and ensure unprecedented radiation tolerance, especially close to the interaction point.

The large-scale prototype chip RD53A has been designed and manufactured by the RD53 collaboration in a 65 nm CMOS process, suitable for the inner layers of both the ATLAS and the CMS experiment. The test and data acquisition environment BDAQ53 has been developed to verify the digital design and to characterize the prototype chips.

In this talk, the implementation of BDAQ53 and first measurements of RD53A will be shown.

T 56.10 Mi 18:45 Z6 - HS 0.002

First measurements of the new readout ASIC for the ATLAS Inner Tracker: RD53A — ●MICHAEL DAAS, JOCHEN DINGFELDER, TOMASZ HEMPEREK, FABIAN HÜGGING, HANS KRÜGER, DAVID-LEON POHL, MARK STANDKE, MARCO VOGT, and NORBERT WERMES — Physikalisches Institut der Universität Bonn

The Large Hadron Collider (LHC) at CERN will be upgraded to deliver higher luminosities in 2025. This High-Luminosity LHC (HL-LHC) poses new demanding requirements for its detectors.

In this talk, first measurements of the RD53A pixel detector readout chip are shown. It was developed by the RD53 collaboration, a joint research and development initiative of the ATLAS and CMS experiments. As successor to the FE-I4, the RD53A readout chip features a smaller pixel pitch of $50 \times 50 \mu\text{m}$, higher data rate capabilities and better radiation tolerance. This enables the chip to cope with the very high occupancy, that is expected close to the interaction points of the upgraded HL-LHC due to the higher luminosity.

The readout system BDAQ53 for this chip was developed in Bonn, based on chip simulations. When the chip arrived at the end of 2017, first measurements could be conducted right away. Since then, further steps towards a first characterization of the chip have been taken and are presented in this talk.